

## ガス置換方法及び装置、並びに露光方法及び装置

## 発明の背景

## 発明の分野

本発明は、例えば、半導体素子製造における露光工程で用いられるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置に関する。

## 背景技術

従来より、半導体素子や薄膜磁気ヘッドあるいは液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する場合に種々の露光装置が使用されているが、フォトマスクあるいはレチクル（以下、マスクという）に形成されたパターンの像を、表面にフォトレジスト等の感光剤を塗布された基板上に投影光学系を介して投影する露光装置が一般的に使用されている。近年、基板上のショット領域に投影されるパターンの形状の微細化に伴い、使用される露光用照明光（以下、「露光光」という）は短波長化される傾向にある。すなわち、これまで主流だった水銀ランプに代わって、KrFエキシマレーザー（248 nm）、ArFエキシマレーザー（193 nm）を用いた露光装置が実用化されつつある。また、さらなるパターンの形状の微細化を目指してF<sub>2</sub>レーザー（157 nm）を用いた露光装置の開発も進められている。

このような、約180 nm以下の波長を有する真空紫外線を露光光として用いる場合、露光光の通過する空間である光路空間内に酸素分子、水分子、二酸化炭素分子などといった、かかる波長域の光に対し強い吸収特性を備える物質（以下、「吸光物質」という）が存在していると、露光光は減衰され十分な強度で基板上に到達できない。したがって、真空紫外線を用いた露光装置は、露光光の通過する光路空間の密閉性を高めて、外部からの吸光物質の流入を遮断する構造にするとともに、光路空間内に存在する吸光物質を低減する作業が施される。この吸光物質を低減する方法には、光路空間内を真空に引いて減圧し、その状態を維持する方法、真空に引いた後に露光光に対する吸収性の少ない特性を有する物質（例えば、ヘリウム、アルゴン、窒素などの不活性ガス）を充填する方法、真空引き

せずに前記のような不活性ガスを光路空間内に供給する方法、などが挙げられる。

ところで、マスクには、パターン面へのゴミ付着防止のために「ペリクル」と呼ばれる光透過性の薄膜が取り付けられているのが一般的である。したがって、上述のような真空紫外線を露光光として用いる場合、ペリクルとマスクとの間に形成される空間内の吸光物質も低減する必要がある。しかしながら、このペリクルは破損しやすく、この空間内の吸光物質を低減し不活性ガスを供給するといったガス置換を安定して行うことは困難である。

### 発明の要旨

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、ペリクル付きマスクの場合のように、薄膜と基板との間に形成される空間内のガスを効率良く安定して置換することができるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明のガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室内のガスを排気するに際し、排気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、密閉室内のガスの排気量を調整する。

本発明によれば、基板を密閉室内に収容してこの密閉室内のガスを排気することにより、薄膜と基板との間に形成される空間内のガス置換を行うが、薄膜の変位が所定範囲になるように密閉室内のガスの排気量を調整することにより、薄膜の破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。

この場合、密閉室内のガスの排気量の調整は、薄膜の変位を計測し、この計測結果に基づいて行われるので、ガス置換に際し、薄膜の破損は確実に防止される。

このようなガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、前記密閉室に接続され、ガスを排気する排気装置と、前記薄膜に対応つけられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって実現することができる。

一方、密閉室内の圧力を計測し、この計測結果に基づいて、排気量を調整することもできる。この場合も、ガス置換に際し、薄膜の破損は確実に防止される。

このようなガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、前記密閉室に接続され、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、前記密閉室内に設けられ、前記密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、前記圧力計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって行うことができる。

また、密閉室内に置換ガスを給気することにより、薄膜と基板との間に形成される空間に置換ガスを供給するが、この密閉室内へ置換ガスを給気するに際し、給気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は排気量の少なくとも一方を調整することにより、薄膜の破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。これは、前記ガス置換装置に密閉室に置換ガスを給気する給気装置を設け、制御系が、薄膜の変位が所定範囲になるように置換ガスの給気量と密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整することにより行われる。

また、本発明のガス置換方法は、基板と基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを置換するガス置換方法において、空間内のガスを排気するに際し、排気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、空間内のガスの排気量を調整する。

すなわち、基板と薄膜との間に形成される空間内のガスを直接置換してもよく、この場合、薄膜の変位が所定範囲になるように、空間内のガスの排気量を調整することにより、薄膜の破損を防止しつつ安定したガス置換を行うことができる。

このようなガス置換方法は、基板と基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを置換するガス置換装置において、空間内のガスを排気する排気装置と、薄膜の変位を計測する変位計測装置と、この計測結果に基づいて、変位が所定範囲になるように、ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって行うことができる。

また、空間内に直接置換ガスを供給することもでき、空間内に置換ガスを給気するに際し、給気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は排気量の少なくとも一方を調整することによって、安定したガス置換を実現することができる。これは、ガス置換装置に空間内に置換ガスを給気する給気装

置を設け、制御系が、薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は空間内のガスの排気量の少なくとも一方を調整することにより行われる。

本発明の露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容し、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換し、該置換に伴い、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

本発明によれば、マスクを予備室内に收容してこの予備室内のガスを特定ガスに置換することにより保護部材とマスクとの間に形成される空間内のガスを特定ガスに置換するが、保護部材の変位が所定範囲になるように予備室内のガスの排気量を調整することにより、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。したがって、マスクは空間内の吸光物質を低減した状態で光路を含む空間に配置されるので、安定した露光処理が行われる。

このような露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容する密閉室と、前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する露光装置によって行うことができる。

また、本発明の露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容し、前記密閉室内で、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

すなわち、本発明の露光方法によれば、マスクを予備室内に收容してこの予備室内のガスを特定ガスに置換することにより保護部材とマスクとの間に形成され

るガスを特定ガスに置換するに際し、予備室内の圧力変化に基づいてガスの排気量を調整することも可能であり、この場合も、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。したがって、マスクは空間内の吸光物質を低減した状態で光路を含む空間に配置されるので、安定した露光処理が行われる。また、予備室内の圧力変化に基づいてガスの排気量を調整することも可能であり、この場合も、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。

このような露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記密閉室内に設けられ、該密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、前記圧力計測装置に接続され、前記圧力計測装置の計測結果に基づいて、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガス置換装置を制御する制御装置とを備える露光装置によって行うことができる。

さらに、本発明の露光装置は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、前記密閉室内に設けられ、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有していてもよい。

#### 図面の簡単な説明

FIG. 1 は、本発明のガス置換装置を備えた露光装置の一実施例を示す構成図である。

FIG. 2 A および FIG. 2 B は、薄膜を装着した基板を説明するための図である。

FIG. 3 は、本発明のガス置換装置の第 1 実施例を説明するための図である。

FIG. 4 A および FIG. 4 B は、本発明のガス置換装置の第 2 実施例を説明するための図である。

FIG. 8は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

光源 21 は、波長約 120 nm ～ 約 180 nm の真空紫外線の露光光を照明光学系 2 に射出するものであって、例えば発振波長 157 nm のフッ素レーザー (F<sub>2</sub> レーザー)、発振波長 146 nm のクリプトンダイマーレーザー (Kr<sub>2</sub> レーザー)、発振波長 126 nm のアルゴンダイマーレーザー (Ar<sub>2</sub> レーザー) などに

よって構成される。なお、光源 21 として、発振波長 193 nm の ArF エキシマレーザー等を用いることが可能である。

照明光学系 2 は、光源 21 から射出し反射鏡 22 によって導かれた光束（レーザービーム）LB をほぼ均一な照度分布の露光光 EL に変換するオプチカルインテグレータ 24（ロッドレンズタイプまたはフライアイレンズであってもよい）と、この露光光 EL の大部分（例えば 97%）をレンズ系 26 を介してブラインド部 4 に導くとともに残りの部分（例えば 3%）を光量モニター 29 に導くハーフミラー 25 と、ブラインド部 4 によって照明範囲を規定されレンズ系 27 を透過した露光光 EL をマスク M に導く反射鏡 28 とを備えている。これら各光学部材及びブラインド部 4 は、密閉空間である照明系ハウジング 20 の内部に所定位置関係で配置されている。この場合、ブラインド部 4 はマスク M のパターン面と共役な面に配置されている。

光量モニター 29 は光電変換素子からなっており、ハーフミラー 25 によって導かれる露光光 EL の一部分を光電変換し、この光電変換信号を制御部 9 に供給する。すなわち、制御部 9 はこの光量モニター 29 からの情報に基づいて光源 21 を駆動・停止させるようになっており、これによってウェーハ W に対する露光量（露光光の照射量）が制御される。

ブラインド部 4 は、例えば、平面 L 字状に屈曲し露光光 EL の光軸 AX と直交する面内で組み合わせられることによって矩形状の開口 S を形成する一対のブレードと、これらブレードを制御部 9 の指示に基づいて光軸 AX と直交する面内で移動させる移動装置とを備えている。このとき、開口 S の大きさはブレードの移動に伴って変化し、開口 S はオプチカルインテグレータ 24 から入射される露光光 EL のうち、通過させた露光光 EL のみをレンズ系 27 に送る。開口 S により規定された露光光 EL は、レンズ系 27 を介してマスク室 5 に配置されたマスク M の特定領域をほぼ均一な照度で照明する。

マスク室 5 は、マスク M を真空吸着によって保持するマスクホルダー 51 を備えている。このマスク室 5 は、照明系ハウジング 20 及び投影光学系 3 の投影系ハウジング 30 と隙間無く接合された隔壁 50 によって覆われている。また、隔壁 50 の側壁部にはマスク M を搬入・搬出するための開口部 54 が設けられてお

り、この開口部54には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉55が設けられている。開閉扉55を閉じることによって、マスク室5は密閉される。

また、マスクホルダー51は、マスクM上のパターンが形成された領域であるパターン領域に対応した開口を有し、不図示の駆動機構によりX方向、Y方向、 $\theta$ 方向（Z軸回りの回転方向）に微動可能となっており、これによって、パターン領域の中心が投影光学系3の光軸AXを通るようにマスクMの位置決めが可能となる構成となっている。このマスクホルダー51の駆動機構は、例えば2組のボイスコイルモータを用いて構成される。

マスク室5の隔壁50の天井部には、照明系ハウジング20の内部空間と、マスクMが配置されるマスク室5の内部空間とを分離する透過窓56が配置されている。この透過窓56は、照明光学系2からマスクMに照明される露光光ELの光路上に配置されるため、真空紫外線である露光光ELに対して透過性の高い蛍石等の結晶材料によって形成される。

投影光学系3は、開口Sによって規定された露光光ELの照明範囲に存在するマスクMのパターンの像をウェーハWに結像させ、ウェーハWの特定領域（ショット領域）にパターンの像を露光する。この投影光学系3は、蛍石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡などの複数の光学部材を投影系ハウジング30で密閉したものである。本実施例では、この投影光学系3として、投影倍率が例えば1/4あるいは1/5の縮小光学系が用いられている。このため、マスクMに形成されたパターンは投影光学系3によりウェーハW上のショット領域に縮小投影され、ウェーハW上にはパターンの縮小像が転写形成される。

投影光学系3の各光学部材は、それぞれ保持部材を介して投影系ハウジング30に支持されている。各保持部材は、各光学部材の周縁部を保持するように円環状に設けられる。各光学部材及びマスク室5の隔壁50のそれぞれの間には、密閉された空間が形成されている。このとき、保持部材はガス溜まりを生じないように光軸AXに対して傾斜されたり、各光学部材の表面と保持部材の表面とがほぼ一致するように構成される。したがって、各空間内部において、ガスは円滑に流れる。

ウェーハ室6は、ウェーハWを真空吸着することによって保持するためのウェ



同様に、図示は省略されているが、ウェーハホルダー61の+Y側の端部には、

平面鏡からなるY移動鏡がY方向に延設されている。このY移動鏡を介してY軸レーザー干渉計によって上記と同様にしてY移動鏡の位置、すなわちウェーハWのY位置が検出される。X軸及びY軸それぞれのレーザー干渉計の検出値（計測値）は制御部9に供給され、制御部9は、各ショット領域間のステッピング時などにこれらのレーザー干渉計の検出値をモニターしつつウェーハステージ62の位置制御を行う。

このとき、X、Y軸の各レーザー干渉計、すなわちレーザー光源やプリズム等の光学部材及びディテクタなどはウェーハ室6の外部に配置されているので、レーザー干渉計を構成するディテクタ等から仮に微量の吸光物質が発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがない構成となっている。

なお、各レーザー干渉計を構成する各部品から吸光物質の発生が抑制されている場合は、これら各部品をウェーハ室6に配置してもよい。

すなわち、本実施例の露光装置1においては、制御部9によりウェーハW上の各ショット領域を露光位置に順次位置決めするようにウェーハステージ62を移動するショット間ステッピング動作と、その位置決め状態で露光光ELをマスクMに照明してマスクMに形成されたパターンの像をウェーハW上のショット領域に転写する露光動作とが繰り返し行われる。

照明光学系2の照明系ハウジング20とマスク室5と投影光学系3の投影系ハウジング30とウェーハ室6とのそれぞれに形成された内部空間(密閉空間)は、外部とのガスの出入りを遮断され、且つ光源21から射出されウェーハWに照射される露光光ELの光路空間LSとなる。

予備室(マスクガス置換室)7は、マスク室5に隣接して設けられており、露光光ELの光路空間LSとは独立した異なる密閉空間を有している。このマスクガス置換室7は、マスク室5の隔壁50と隙間無く接合された隔壁70によって覆われている。隔壁70はマスク室5の隔壁50の開口部54側に設けられており、マスク室5とマスクガス置換室7とは開口部54を介して連通している。

一方、マスクガス置換室7の隔壁70のうち、マスク室5に接する側と反対側(+X側)の側壁には開口部74が形成されており、この開口部74には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉75が設けられている。開閉扉75及び開閉

扉75を閉じることによって、マスクガス置換室7は密閉される。

マスクガス置換室7の内部には、開口部54を介してマスク室5に対してマスクMを搬入及び搬出するロボットアームからなる第1マスク搬送系としてのマスクローダ101が配置されている。さらに、開閉扉75の外部には、マスクライブラリMLに保管されているマスクMを開口部74を介してマスクガス置換室7に対して搬入及び搬出するロボットアームからなる第2マスク搬送系としてのマスク搬送機構102が設けられている。マスクライブラリMLは複数の棚を有しており、各段の棚にはマスクMを収納したマスクケース103が保管されている。マスクローダ101及びマスク搬送機構102は、制御部9に接続されており、制御部9の指示に基づいて動作する。

ウェーハ室6には、ウェーハガス置換室10が隣接して設けられている。このウェーハガス置換室10は、露光光ELの光路空間LSとは独立した異なる密閉空間を有しており、ウェーハ室6の隔壁60と隙間無く接合された隔壁100によって覆われている。隔壁100はウェーハ室6の隔壁60の開口部64側に設けられており、ウェーハ室6とウェーハガス置換室10とは開口部64を介して連通している。

一方、ウェーハガス置換室10の隔壁100のうち、ウェーハ室6に接する側と反対側（+X側）の側壁には開口部104が形成されており、この開口部104には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉105が設けられている。開閉扉65及び開閉扉105を閉じることによって、ウェーハガス置換室10は密閉される。

ウェーハガス置換室10の内部には、開口部104を介してウェーハ室6に対してウェーハWを搬入及び搬出するロボットアームからなる第1基板搬送系としてのウェーハローダ111が配置されている。さらに、開閉扉105の外部には、ウェーハWを開口部104を介してウェーハガス置換室10に対して搬入及び搬出するロボットアームからなる第2基板搬送系としてのウェーハ搬送機構112が設けられている。ウェーハローダ111及びウェーハ搬送機構112は制御部9に接続されており、制御部9の指示に基づいて動作する。

マスクMは、FIG. 2AおよびFIG. 2Bに示すように、保護部材としてのペリク

ル（薄膜）PEを装着している。FIG. 2Aは、パターン面PAを上面としたマスクMの平面図であり、FIG. 2Bは、FIG. 2AのB-B断面図である。このペリクルPEは、マスクMのパターン面PAに、ペリクルフレーム（又はペリクルスタンド）と呼ばれる金枠PFを介して接着されている。ペリクルPEとしては、通常、ニトロセルロース等を主成分とする厚さが1～2 $\mu$ m程度の透明な薄膜が用いられるが、波長120nm～180nmの真空紫外線の露光光ELを良好に透過させるため、マスクM及びレンズ系と同材質の蛍石、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶材料からなるフィルム状部材を用いても良い。さらに、このペリクル（薄膜）PEとしては、例えば100～300 $\mu$ m程度の厚さを有する石英ガラス（フッ素ドープ石英等）であってもよい。

ペリクルPEとパターン面PAとの間には、FIG. 2Bに示されるように、所定量の気体が満たされる空間GSが形成されている。また、金枠PFには、気圧の変化に伴うペリクルPEの破損を防止するための、通気孔h（h1、h2、h3、h4）が形成されている。この通気孔hによって、例えば、航空機による輸送や天候の変化等によって気圧が低下し空間GS内の気体が膨張した際に、空間GSの密閉性を低下させることによってペリクルPEが破損するのを防止している。

ところで、真空紫外域の波長の光を露光光ELとする場合には、その光路空間LSから酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、「吸光物質」という）の濃度を低減する必要がある。このため、光路空間LSは、不図示のガス置換装置により、必要に応じて内部に存在する吸光物質の濃度を低減する作業を施される。すなわち、光路空間LSに存在する吸光物質は、真空紫外域の光に対する吸収性の少ない特性を有する窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトン等のガス、またはそれらの混合ガス（以下、「低吸光物質」あるいは「特定ガス」という）に交換（置換）される。また、光路空間LS内の吸光物質の濃度を低減する方法として、上述した光路空間LS内のガスを特定ガスで置換する他に、光路空間LSを減圧することによっても実現することができ、ガス置換と同様の効果が得られる。

さらに、マスクMは、外部から光路空間LS内（マスク室5内）に搬入されてマスクホルダー51上にロードされた後、露光光が照射され、マスクMに形成さ

れたパターン像がウェーハWの各ショット領域に転写された後に再び装置外に搬出される。このマスクMの搬入・搬出時にマスクMとともに外気（大気）がマスク室5内部に混入する場合がある。このとき、外気は酸素等の吸光物質を含んでいるため、露光光ELを著しく吸収してしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

したがって、マスク室5へのマスクMの搬入に先だって、マスク室5に隣接するマスクガス置換室7にマスクMを一時的に收容し、不図示のガス置換装置によってこのマスク室5及びマスクガス置換室7内の吸光物質の濃度を低減させた後、マスクガス置換室7からマスクMをマスク室5に搬入することにより、マスク室5への外気の混入を防いでいる。

同様に、ウェーハ室6へのウェーハWの搬入に先だって、ウェーハ室6に隣接するウェーハガス置換室10にウェーハWを一時的に收容し、不図示のガス置換装置によってこのウェーハ室6及びウェーハガス置換室10内の吸光物質の濃度を低減させた後、ウェーハガス置換室10からウェーハWをウェーハ室6に搬入することにより、ウェーハ室6への外気の混入を防いでいる。

ガス置換装置は、前記各室内のガスを排気する排気装置と、前記各室内に特定ガス（置換ガス）を給気する給気装置とを備えている。これら排気装置及び給気装置の給気量及び排気量は制御部9の指示に基づいて調整される。

なお、各室20、5、30、6、7、10に接続された特定ガスの給気管路、及び各室内のガス（吸光物質または吸光物質と特定ガスの混合ガス）の排気管路中にエアフィルタ及びケミカルフィルタを設け、各室内のガスを循環させてもよい。この場合、循環されるガス中に含まれる有機物質（この有機物質は各室を構成する材質や、各室内に存在する配線などから発生するアウトガスを含むものである）はほとんど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環しても、露光に対して悪影響をほとんど及ぼさない。

マスクガス置換室（予備室）7に接続されるガス置換装置8について、FIG. 3を参照しながらさらに詳しく説明する。

マスクガス置換室7は、前述したように、マスクMの搬入及び搬出時においてマスク室5への大気の混入を防止するために設けられている。さらに、このマス

クガス置換室7内において、ペリクルPEを装着したマスクMをマスク室5、すなわち光路空間LS内への搬入に先立ち、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内の吸光物質の濃度を低減することにより、光路空間LS内への大気の混入あるいは、空間GS内における露光光の吸収をさらに防止することができる。

この場合、マスクガス置換室7内のガスを特定ガスに置換することにより、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内のガス(ここで言うガスは、クリーンルーム内の空気、あるいは大気を示す)を金枠PFに設けられ、かつ空間GSに連通する通気孔hから特定ガスに置換する。このとき、マスクガス置換室7内のガス置換する際に行われる排気及び給気動作によって、マスクガス置換室7内部には圧力変化が生じ、この圧力変化によって、ペリクルPEは変位する。

マスクガス置換室7に接続されるガス置換装置8は、ペリクルPEを装着したマスクMを収容するマスクガス置換室7内のガスを排気する排気装置80と、排気に伴うペリクルPEの変位を計測する変位計測装置85と、この変位計測装置85の計測結果に基づいて、ペリクルPEの変位が所定範囲になるように、マスクガス置換室7内のガスの排気量を調整する制御部9とを備えている。排気装置80は、マスクガス置換室7内に連通する排気管路と、この排気管路を介してマスクガス置換室7内部のガスを排気する排気ポンプVP1と、排気管路の途中に設けられた排気弁84とを備えている。

さらに、このガス置換装置8は、マスクガス置換室7に特定ガスを給気する給気装置81を備え、制御部9は、ペリクルPEの変位が所定範囲になるように、給気装置81による給気量を調整する。給気装置81は、マスクガス置換室7内に連通する給気管路と、給気管路の途中に設けられた給気弁83とを備えている。

変位計測装置85は、ペリクルPEの変位を計測するものであって、マスクガス置換室7の隔壁70に設置されている。この変位計測装置85にはレーザー変位センサを始めとする種々の変位センサを用いることができる。例えば、レーザー変位センサを用いる場合、変位計測装置85からの投光光はペリクルPEで反射し、ディテクタに受光される。なお、変位計測装置85をマスクガス置換室7の隔壁70の内側に設置することも可能である。変位計測装置85からの出力信

号は、制御部 9 に送られる。

変位計測装置 8 5 はペリクル P E の中央領域（すなわち、金枠 P F に取付けられた周辺領域から離れた領域であって、該周辺領域に対して、変位量が大きい領域）を計測対象としている。

制御部 9 には、ペリクル P E の変位に関する情報を記憶した記憶装置 8 6 A が接続されている。この情報とは、ペリクル P E が破損しない程度の変位に関するデータである。すなわち、記憶装置 8 6 A には、ペリクル P E が破損しない変位の範囲（所定範囲）が予め記憶されている。この所定範囲内においては、ペリクル P E は破損しないように設定されている。このペリクル P E の変位の所定範囲は、予め実験によって求めることができる。

制御部 9 は、変位計測装置 8 5 による計測結果と、記憶装置 8 6 A に記憶されている変位に関する情報とを比較し、ペリクル P E の変位が所定範囲になるように、排気弁 8 4 の開閉及び排気ポンプ V P 1 の作動・停止、給気弁 8 3 の開閉及び給気ポンプ P 5 の作動・停止を行う。

このような構成を持つガス置換装置 8 を備えた露光装置 1 を用いて、ペリクル P E が金枠 P F を介して装着されたマスク M に露光光 E L を照射してマスク M のパターンの像をウェーハ W 上に転写する露光方法について説明する。

本実施例における露光方法は、露光工程に先立ち、光路空間 L S 内の吸光物質をガス置換装置により低減する工程と、光路空間 L S 内に大気の混入を防止するために設けられたマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 に外部からマスク M 及びウェーハ W をそれぞれ搬入する工程と、マスク M 及びウェーハ W をそれぞれ収容したマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 内の吸光物質を低減する工程と、このマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 からマスク室 5 及びウェーハ室 6 にマスク M 及びウェーハ W をそれぞれ搬入する工程と、このマスク M のパターンの像をウェーハ W 上に転写する露光工程と、露光工程を終えたマスク M 又はウェーハ W を露光装置 1 外に搬出する工程とを備えている。

まず、制御部 9 は、各室内のガスを排気する排気装置と、各室内に特定ガスを給気する給気装置とを制御し、光路空間 L S 内の吸光物質を低減する。すなわち、照明系ハウジング 2 0、マスク室 5、投影系ハウジング 3 0、ウェーハ室 6 のそ

れぞれの内部の吸光物質を低減する。この際、給気装置から供給する特定ガスの量は、各室内の気圧が、大気圧より僅かに高く、具体的には、大気圧に対し1～10%程度高くなるように制御される。このように、各室内の気圧を大気圧に対し1～10%程度高くすることにより、外気の混入（リーク）を防止できる。

上述のような方法と同様な方法で、マスク室5、投影系ハウジング30、ウェーハ室6の各室の吸光物質の低減を行う。

次に、マスクMが露光装置1に搬入される際の動作について説明する。

まず、制御部9は、マスクケース103中に収納され、マスクライブラリMLに保管されているマスクMを、マスク搬送機構102によってマスクライブラリML内のマスクケース103から取り出す。マスク搬送機構102は、制御部9の指示に基づき、マスクMをマスクガス置換室7に向けて搬送する。制御部9は、マスクMを保持するマスク搬送機構102がマスクガス置換室7に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉75を開放する。このとき、マスクガス置換室7とマスク室5との境界である開口部54は、開閉扉55によって閉鎖されている。

次に、制御部9は、マスクMを保持したマスク搬送機構102を開口部74を介してマスクガス置換室7内に侵入させ、マスクMをマスク搬送機構102からマスクローダ101に渡す。

上記のマスク搬送機構102のマスクガス置換室7内への侵入に際し、外側の開閉扉75が開放されて外気がマスクガス置換室7内に流入するが、内側の開閉扉55は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸光物質がマスク室5（光路空間LS）内に混入することはない。

マスクMがマスクローダ101に渡された後、制御部9はマスク搬送機構102を開口部74を介してマスクガス置換室7の外部に退避させ、開閉扉75を閉じる。

開閉扉75を閉じることにより、マスクガス置換室7は密閉された空間となる。すなわち、ペリクルPEを装着したマスクMは、密閉室であるマスクガス置換室7に收容される状態となる。制御部9は、排気装置80により、このペリクルPEを装着したマスクMを收容するマスクガス置換室7内のガスを排気する。すなわち、制御部9は、排気弁84を開くとともに、排気ポンプVP1を作動し、マ



スクガス置換室7内の減圧を開始する。

マスクガス置換室7内のガスの排気による減圧に伴い、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内のガスが、金枠PFの複数の通気孔h (FIG. 3では1つのみ図示) から排気される。このとき、通気孔hの径は小さいため、空間GS内のガスが外部(マスクガス置換室7内部)に排出される量は少ない。すなわち、空間GS内のガスの排気量と排気装置80によるマスクガス置換室7内のガスの排気量とが異なるので、マスクガス置換室7内の圧力 $P_{r1}$ と空間GS内の圧力 $P_{r2}$ との間には差が生じる。

この圧力差によって、ペリクルPEは変位する。ペリクルPEの変位は変位計測装置85によって計測される。変位計測装置85の出力は制御部9に送られ、制御部9は、このペリクルPEの変位が所定範囲になるように、排気装置80を制御してマスクガス置換室7内のガスの排気量を調整する。すなわち、制御部9は、変位計測装置85の計測結果と、記憶装置86Aに記憶されているペリクルPEの変位に関する情報(所定範囲)とを比較し、ペリクルPEの変位が所定範囲以上にならないように排気弁84の開閉及び排気ポンプVP1の出力の調整を行う。

この場合、制御部9は、ペリクルPEの変位が所定範囲より小さい場合には、排気装置80に、マスクガス置換室7内のガスの排気量を多くするよう指示する。一方、ペリクルPEの変位が所定範囲より大きい又は大きくなる直前である場合には、ガスの排気量を小さくするよう指示する。

制御部9は、変位計測装置85によってペリクルPEの変位を計測しつつ、マスクガス置換室7内部に設けられた圧力センサの出力をモニタしながら、マスクガス置換室7内が、例えば0.1Pa程度まで減圧された時点で、排気弁84を閉じるとともに排気ポンプVP1を停止する。

次いで、制御部9は、給気装置81により、減圧されたマスクガス置換室7内に特定ガスを給気する。すなわち、制御部9は、給気弁83を開放するとともに、給気ポンプP5を作動する。これにより、ガス供給装置82からマスクガス置換室7内への低吸光物質(特定ガス)の供給が開始される。

マスクガス置換室7内への特定ガスの給気に伴い、ペリクルPEとマスクMと

制御部 9 は、不図示の基板プリアライメント装置によって露光装置外部から搬

上記の減圧により、ウェーハガス置換室10内から酸素等の吸光物質が除去される。なお、この場合、ウェーハガス置換室10内が減圧されるため、仮に外部からウェーハガス置換室10内にウェーハWを搬入した時点で、そのウェーハWの表面又は裏面に水が吸着していたとしても、そのほとんどは上記の減圧によってウェーハWから除去されるので、ウェーハWに吸着した水によってウェーハ室6が汚染されるという事態の発生を未然に防ぐことができる。これにより、ウェーハWの表面に吸着した水の層が露光光を強烈に吸収し、かつ分解されることにより、必要な露光光が増大し、結果的に真の露光量が不安定になるという事態の

発生を未然に防止することもできる。

次いで、制御部 9 は給気弁 1 1 3 を開放する。これにより、ガス供給装置 8 2 からウェーハガス置換室 1 0 内への低吸光物質(特定ガス)の供給が開始される。この特定ガスの供給開始後、制御部 9 は、ウェーハガス置換室 1 0 内部に設けられた圧力センサの出力に基づいて、内圧が上記の所定の目標圧力になった時点で給気弁 1 1 3 を閉じる。

その後、制御部 9 は、開閉扉 6 5 を開放し、ウェーハローダ 1 1 1 によりウェーハ W をウェーハ室 6 内のウェーハホルダー 6 1 上に搬入して、ウェーハ W のロードを行う。ウェーハローダ 1 1 1 を開口部 6 4 を介してウェーハガス置換室 1 0 内に戻し、開閉扉 6 5 を閉じる。

マスクホルダー 5 1 に保持されたマスク M に露光光 E L を照射することにより、マスク M に形成されたパターンの像を、ウェーハホルダー 6 1 に保持されたウェーハ W に転写する露光処理が行われる。

ウェーハ W に対する露光処理を終えたら、制御部 9 は、露光処理済みのウェーハ W を露光装置 1 外へ搬出するために、開閉扉 6 5 を開け、ウェーハローダ 1 1 1 を開口部 6 4 を介してウェーハ室 6 内に移動する。制御部 9 は、ウェーハローダ 1 1 1 によりウェーハ W をウェーハホルダー 6 1 からアンロードし、ウェーハ W を保持したウェーハローダ 1 1 1 を開口部 6 4 を介してウェーハガス置換室 1 0 内に戻し、開閉扉 6 5 を閉じる。

次いで、制御部 9 は開閉扉 1 0 5 を開け、ウェーハ搬送機構 1 1 2 を開口部 1 0 4 を介してウェーハガス置換室 1 0 内に侵入させ、ウェーハ W をウェーハローダ 1 1 1 からウェーハ搬送機構 1 1 2 に渡す。ウェーハ W がウェーハ搬送機構 1 1 2 に渡された後、制御部 9 はウェーハ W を保持したウェーハ搬送機構 1 1 2 を開口部 1 0 4 を介してウェーハガス置換室 1 0 の外部に退避させ、開閉扉 1 0 5 を閉じる。

その後、ウェーハ搬送機構 1 1 2 によってウェーハ W が外部搬送機構に渡され、この外部搬送機構によって露光装置 1 外へ搬送される。

本実施例では、照明光学系 2 の照明系ハウジング 2 0、マスク室 5、投影光学系 3 の投影系ハウジング 3 0、ウェーハ室のそれぞれに形成された内部空間だけで

なく、ペリクルP EとマスクMに形成されたパターン面との間の空間も特定ガスで満たすようにしている。そのため、ペリクルP Eを装着したマスクMを密閉室であるマスクガス置換室7内に收容し、このマスクガス置換室7内において、ペリクルP EとマスクMとの間に形成される空間G Sのガスを特定ガスに置換している。したがって、光源2 1からウェーハWまでの露光光の光路空間L Sには吸光物質が混入しない。マスクガス置換室7内において空間G Sのガスを特定ガスに置換する際、まず、マスクガス置換室7内のガスを排気することにより空間G S内のガスを排気するが、ペリクルP Eの変位が所定範囲になるようにマスクガス置換室7内のガスの排気量を調整することにより、ペリクルP Eの破損を防ぎつつ安定したガスの排気を行うことができる。同様に、空間G S内への特定ガスの給気の際も、ペリクルP Eの変位が所定範囲になるようにマスクガス置換室7内への特定ガスの給気量が調整されるので、ペリクルP Eの破損を防止しつつ、安定したガス置換が行える。

この場合、マスクガス置換室7内に対するガスの排気量及び給気量の調整は、ペリクルP Eの変位を計測し、この計測結果に基づいて行われるので、ペリクルP Eの破損は確実に防止される。ペリクルP Eの変位が所定範囲以下である場合にはガスの排気量又は給気量を多くし、所定範囲以上である場合にはガスの排気量又は給気量を少なくするといった制御が可能となるので、空間G S内のガス置換に要する時間を短縮することができ、効率の良い安定したガス置換を行うことができる。

なお、ペリクルP Eの変位を計測しつつこの変位が所定範囲になるように、マスクガス置換室7内のガスの排気とマスクガス置換室7内への特定ガスの給気とを同時に行うことももちろん可能である。すなわち、制御部9は、変位計測装置8 5によるペリクルP Eの変位を計測しながら、この変位が所定範囲におさまるように、排気装置8 0と給気装置8 1とを同時に制御しつつ作動することができる。

次に、本発明のガス置換方法及びガス置換装置を備えた露光装置の第2実施例についてFIG. 4 AおよびFIG. 4 Bを参照しながら説明する。前述した第1実施例と同一もしくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、その

FIG. 4 Aにおいて、ペリクルPEを金枠PFを介して装着したマスクMを収容するマスクガス置換室（予備室）7には、マスクガス置換室7内のガスを排気する排気装置80と、このマスクガス置換室7内の圧力を計測する圧力センサ（圧力計測装置）87と、マスクガス置換室7に特定ガスを給気する給気装置81とが設けられている。また、圧力センサ87には制御部9が接続しており、圧力センサ87からの出力信号は制御部9に送られる。制御部9は、圧力センサ87の計測結果に基づいて、排気装置80を制御するように設けられている。

FIG. 4 Bを参照しながら説明すると、単純に排気ポンプVP 1と排気バルブ8 4とを開けた場合には、曲線L 1で示されるように、排気開始直後にはマスクガス置換室7内の圧力は急激に低下するため、マスクガス置換室7内の圧力P r 1と空間GS内の圧力P r 2との圧力差が大きくなり、ペリクルPEが破損する恐れがある。一方、排気が進むにつれて排気速度は小さくなり排気に要する時間が長くなる。

詳述すると、空間G Sのガスを置換するに際し、はじめにマスクガス置換室7内を、例えば0.1 Pa程度まで減圧し、続いて特定ガスを満たす方法とすることによって効率の良いガス置換が行えるが、マスクガス置換室7内を減圧する場合、単純に排気ポンプV P 1を駆動するとともに排気弁8 4を開けた場合には、有効排気速度（単位時間当たりの排気するガスの体積とそのときの圧力との積）Sは、排気ポンプの排気速度S<sub>p</sub>と排気管路のコンダクタンスCとによって、以下のように表すことができる。

$$C = k P \cdot d^4 / L \quad (2)$$

d : 排気管路の径

P : 排気管路の平均圧力

$$Q = S (P_{r2} - P_{r1}) \quad (3)$$

そのため、排気開始直後にはペリクルPEが破損しない程度に排気速度を低くし、排気が進むにつれて排気速度が大きくなるように排気装置80を駆動することにより、効率の良い排気が行える。したがって、記憶装置86Bには、曲線L2で表されるように、理想的な排気速度（排気時間と圧力変化との関係）に関する情報が記憶されている。

この曲線L 2の傾きは、ペリクルP Eが破損せず、且つ排気時間を短縮できるように求められた値であって、予め、実験等によって求められる。制御部9は、圧力センサ8 7の出力信号を検出しつつ、この理想曲線L 2（データテーブル）を参照し、圧力センサ8 7の出力信号と理想曲線L 2との差がほぼ無くなる、あるいは所定の範囲内におさまるように、排気装置8 0を制御し、排気量の調整を行う。すなわち、排気開始直後の排気速度を低くし、排気が進んだ段階で排気速度を高くする等の制御を行う。このように、ペリクルP Eの破損を防止しつつ排気に要する時間を短縮することができる。

このように、マスクガス置換室7内の圧力変化を圧力センサ87により計測し、この計測結果に基づいて、ペリクルPEの変位が所定範囲内になるように排気量を調整しつつマスクガス置換室7内のガスの排気を行う。

マスクガス置換室7内の圧力が所定値まで低下したら、制御部9は、給気装置81により特定ガスをマスクガス置換室7内に供給する。こうして、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GSのガスは特定ガスに置換される。この場合の特定ガスの給気の数値に關しても理想曲線が予め設定されており、制御部9はこの理想曲線と圧力センサ87からの出力信号との差がほぼ無くなる、あるいは所定の範囲内におさまるように、給気装置81を制御し、給気量の調整を行う。

このガス置換を施されたマスクMを光路空間LSであるマスク室5に搬入し、第1実施例と同様の手順で露光処理を行う。

このように、マスクガス置換室7内の圧力を計測し、この計測結果に基づいて、マスクガス置換室7内の圧力が理想曲線L2に沿うように排気量を調整することによって、ペリクルPEの変位を所定範囲内に収めることができる。したがって、ペリクルPEの破損は確実に防止される。さらに、ガス置換に要する時間を短縮することができる。

なお、上述の方法は、マスクガス置換室7内の圧力 $P_r1$ をモニターしながら理想曲線（データテーブル）L2を参照しつつ排気量の調整を行う、いわゆるフィードバック制御であるが、排気装置80による排気量を理想曲線L2に沿うように予め設定しておいた状態で排気装置80を駆動する、いわゆるオープンループ制御とすることもできる。この場合、記憶装置86Bを省略した構成とすることができる。

また、本実施例における理想曲線L2は直線状となっているが、ペリクルPEが破損しないようにペリクル内外の圧力差を抑えるようにするために、例えば、排気開始直後の排気速度を低く設定し、排気が進むにつれて排気速度を上昇させてもよい。この場合、理想曲線L2は曲線状になる。

なお、上記各実施例においては、マスクガス置換室7のガスを例えば0.1Pa程度まで排気した後、特定ガスを大気圧より僅かに高くなるまで給気するとい



次に、本発明のガス置換方法及びガス置換装置を備えた露光装置の第3実施例について FIG. 5 A および FIG. 5 B を参照しながら説明する。前述した第1、第2実施例と同一もしくは同等の構成部分については、同一の符号を用い、その説明を簡略もしくは省略する。

さらに、制御部 9 には、マスクガス置換室 7 内の圧力変化とマスクガス置換室 7 内に收容されるマスク M に装着されたペリクル P E の変位との関係を予め記憶した記憶装置 8 6 C が接続されている。

なお、FIG. 5 Bに示すグラフにおいて、縦軸はマスクガス置換室7、空間GS

の圧力を、横軸は排気時間を示しており、排気時間0の時、空間GS、マスクガス置換室7内の圧力は、大気圧（または1気圧） $P_0$ となる。

このような構成を持つガス置換装置の動作について説明する。

本実施例においては、排気装置80はマスクガス置換室7内のガスを、排気弁84及び排気ポンプVP1を単純に開けた状態で排気し、一方、給気装置81がマスクガス置換室7内の圧力を理想曲線L3に沿うように特定ガスを供給する。

すなわち、マスクガス置換室7内のガスの排気を行いつつ、室内の圧力が理想曲線L3に沿うように、マスクガス置換室7への特定ガスの給気を行う。この場合、制御部9は、圧力センサ87の計測結果と理想曲線L3とを比較し、これらの差がほぼ無くなるあるいは所定の範囲内におさまるように、給気装置81による特定ガスの給気量の調整を行う。

この場合、もちろん、排気装置80の排気量を同時に調整することも可能である。すなわち、マスクガス置換室7へ特定ガスを給気するに際し、給気に伴うペリクルPEの変位が所定範囲になるように、特定ガスの給気量又はマスクガス置換室7内のガスの排気量の少なくとも一方を調整することも可能である。

上述のように、マスクガス置換室7内のガスの排気と特定ガスの給気とを同時に行いつつ、マスクガス置換室7内の圧力が所定値（例えば、 $0.1\text{ Pa}$ ）まで達したら、制御部9は、排気装置80を停止する。次いで、制御部9は、圧力センサ87によってマスクガス置換室7内の圧力を計測しつつ、理想曲線L3に沿うように、給気装置81による特定ガスの給気を行う。マスクガス置換室7の圧力が、例えば大気圧より僅かに高くなったら、制御部9は給気装置81を停止する。

このように、マスクガス置換室7内のガス置換を行うに際し、特定ガスを給気しつつ、室内のガスの排気を行うことにより、より短時間のうちに、マスクガス置換室7内を目標の吸光物質濃度に行うことができる。

この場合においても、マスクガス置換室7内の圧力を所定値まで減圧し、一旦、特定ガスを給気することによって大気圧程度まで上昇させ、この状態から再び排気を行い、特定ガスを給気するといった、ガス置換動作を複数回に分割する方法を採用することが可能である。このように、目標の吸光物質濃度を得るために、

すなわち、排気装置 90 は、金枠 P F に設けられ空間 G S に連通する通気孔 h に装着される排気管 93 と、この排気管 93 に設けられた排気弁 93 a と、排気ポンプ 95 とを備えている。一方、給気装置 92 は、空間 G S に連通する通気孔 h に装着される給気管 94 と、この給気管 94 に設けられた給気弁 94 a と、不図示の特定ガス供給源 96 とを備えている。これら排気管 93 及び給気管 94 にもパーティクルを除去するエアフィルタと、吸光物質を除去するケミカルフィル

タとが設けられている。

制御部 9 には、ペリクル P E の変位に関する情報を記憶した記憶装置 8 6 D が接続されている。この情報とは、ペリクル P E が破損しない程度の変位に関するデータである。すなわち、記憶装置 8 6 D には、ペリクル P E が破損しない変位の範囲（所定範囲）が予め記録されている。この所定範囲内においては、ペリクル P E は破損しないように設定されている。このペリクル P E の変位の所定範囲は、予め実験によって求めることができる。

制御部 9 は、変位計測装置 9 1 による計測結果と、記憶装置 8 6 D に記憶されている変位に関する情報とを比較し、ペリクル P E の変位が所定範囲になるように、排気弁 9 3 a の開閉及び排気ポンプ 9 5 の作動・停止、給気弁 9 4 a の開閉及び給気ポンプ 9 6 の作動・停止を行う。

FIG. 7 に示すように、排気装置 9 0 と金枠 P F に設けられた通気孔 h との接続部分のうち、金枠 P F の空間 G S 側の側壁には、開閉蓋 9 7 が設けられている。この開閉蓋 9 7 は、ばね 9 8、9 9 等により常時金枠 P F の側壁に向けて付勢されている。このため、開閉蓋 9 7 に対して外部から何らの力も作用しない状態では、この開閉蓋 9 7 は金枠 P F の側壁に密着して通気孔 5 3 を気密性良く閉鎖している。

金枠 P F の外側には支持板 2 0 0 が設けられており、支持板 2 0 0 の外面には、この支持板 2 0 0 の板面にほぼ垂直にガイド部材 2 0 1 が設けられている。このガイド部材 2 0 1 を往復移動する可動部材 2 0 2 が排気装置 9 0 の排気管 9 3 の先端部に一体的に固定されている。また、排気管 9 3 の先端部は、支持板 2 0 0 に形成された開口部内に常時挿入されている。

したがって、可動部材 2 0 2 を、FIG. 7 における左側に駆動することにより、排気管 9 3 の先端部の最先端部が金枠 P F の通気孔 h に挿入される。これにより、開閉蓋 9 7 は内部（空間 G S 側）に開き、FIG. 7 に示される状態となる。排気管 9 3 の最先端部近傍の周囲には、シール材 2 0 4 が設けられており、これにより排気管 9 3 の先端部を通気孔 h に挿入した状態で、外気が空間 G S 内部に侵入することを防止している。

一方、給気装置 9 2 の給気管 9 4 と金枠 P F の通気孔 h との接続も、上記のよ

うな構成となっている。

このような構成を持つガス置換装置 8 9 によって、空間 G S 内のガス置換を行う場合には、はじめに、空間 G S 内のガスを、排気装置 9 0 によって所定の圧力になるまで排気する。このとき、制御部 9 は、変位計測装置 9 1 によるペリクル P E の変位の計測結果に基づいて、ペリクル P E の変位が所定範囲内におさまるように排気装置 9 0 の制御を行い、排気量の調整を行う。例えば、ペリクル P E の変位が所定範囲を越えそうである場合には排気量を低減し、変位が所定範囲以下である場合には、排気量を上昇させる。

次いで、制御部 9 は、給気装置 9 2 によって空間 G S 内に特定ガスを給気する。このとき、制御部 9 は、変位計測装置 9 1 によるペリクル P E の変位の計測結果に基づいて、ペリクル P E の変位が所定範囲内におさまるように給気装置 9 2 の制御を行い、給気量の調整を行う。

空間 G S 内のガスが特定ガスに置換されたら、制御部 9 はこのマスク M をマスクローダにより光路空間 L S 内のマスク室 5 に搬送する。なお、この空間 G S 内のガス置換は、例えばマスクガス置換室 7 をはじめとする光路空間 L S とは異なる任意の空間において行うことができる。あるいは、ガス置換が施される前のペリクル P E を備えたマスク M を光路空間 L S に配置し、この光路空間 L S においてガス置換を行うこともできる。

また、本実施例における空間 G S のガス置換は、空間 G S 内のガスを排気した後特定ガスを給気する方法であるが、例えば、空間 G S 内のガスの排気と空間 G S への特定ガスの給気とを、ペリクル P E が所定範囲になるように制御しつつ同時に行うこともできる。

また、上述したガス置換方法は、変位計測装置 9 1 の計測結果に基づいてガスの排気量又は給気量の少なくともいずれか一方を調整するが、ペリクル P E が破損しない程度のガスの排気量、給気量を予め求めておき、この求めておいた値に基づいてガス置換を行う、いわゆるオープンループ制御によってガス置換を行うこともできる。この場合、ガス置換装置は、変位計測装置 9 1 や記憶装置 8 6 D を省いた構成となる。

また、本実施例においても、排気を給気とを複数回に分けて行うことができる。

本実施例において、排気管 9 3 の途中に、不純物センサ（例えば、酸素濃度センサ）を配置しておくことによって、空間 G S 内のガス置換の状態を監視することも可能である。

また、第 2、第 3 実施例において、ペリクル P E の変位を計測する変位計測装置を設けて、ペリクル P E の変位状態を監視してもよい。

なお、各実施例においては、照明系ハウジング 2 0、マスク室 5、投影系ハウジン 3 0、ウェーハ室 6、マスクガス置換室 7、ウェーハガス置換室 1 0 の全てに同一種類の特定ガスを供給しているが、これはガスの種類を同一にすることにより、一種類のガス（混合ガスを含む）を用意すれば足りるからである。しかしながら、これに限らず、各部に供給する特定ガスとして異なる種類のガスを用いることは可能である。但し、特定ガスとして窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の単一ガスを用いる場合には、少なくともマスク室 5 とマスクガス置換室 7 とに供給するガスどうし、ウェーハ室 6 とウェーハガス置換室 1 0 とに供給するガスどうしは、同一のガスを用いることが望ましい。これは、ガスの混合を避けるためである。

また、各実施例においては、マスクガス置換室 7 は、マスク室 5 に隣接する構成としているが、必ずしも隣接されていなくてよい。例えば、マスクライブラリ内に予備室（マスクガス置換室）を設けるとともに、ライブラリから光路空間 L S までの搬送途中を特定ガスで満たしておく構成とすることも可能である。同様に、ウェーハガス置換室 1 0 とウェーハ室 6 とを必ずしも隣接させる必要はない。

マスクガス置換室 7 を 2 つ設け、一方をマスク M の搬入専用、他方をマスク M の搬出専用として、上述した各実施例のマスク室 5 からマスク M を搬出する動作とマスク室 5 にマスク M を搬入する動作とを並行して行うようにしてもよい。この場合、搬出専用のマスクガス置換室 7 は、搬出に先立ってガス置換を完了しておく必要があるが、マスク M のマスク室 5 への搬入の終了を待つことなく、マスクガス置換室 7 から外部にマスク M を搬出できるので、マスク M の交換時間を短縮することができる。同様に、ウェーハガス置換室 1 0 を 2 つ設けることにより、ウェーハ W の交換時間を短縮することができる。

また、各実施例において、マスクガス置換室としての機能をマスク室 5 に持た

せてもよい。その場合は、マスク室5内のガスを特定ガスに置換するに伴い、空間GSのガス置換も同時に行うことができる。

各実施例において、マスク室5の隔壁50、ウェーハ室6の隔壁60、マスクガス置換室7の隔壁70、ウェーハガス置換室10の隔壁100、照明光学系2の照明系ハウジング20、投影光学系3の投影系ハウジング30、特定ガスの供給配管等は、研磨などの処理によって、表面粗さが低減されたステンレス（SU S）等の材質を用いているので、脱ガスの発生が抑制されている。

なお、マスク室5は、隔壁50による第1のハウジングによって形成され、ウェーハ室6は、隔壁60による第2のハウジングによって形成され、マスクガス置換室7は、隔壁70による第3のハウジングによって形成され、ウェーハガス置換室10は、隔壁100による第4のハウジングによって形成される。

また、金枠PFに形成される孔の数は、空間GS内に特定ガスを供給するための少なくとも一つと、空間GSからガスを排気するための少なくとも一つとを備えていればよい。但し、その数は、一つに限定されず、複数であってもよい。

さらに、各実施例において、金枠PFを構成する材料は、金属材料に限定されず、硝材であってもよい。この硝材は、例えば、蛍石、フッ化リチウムなどのフッ化物結晶、フッ素を添加したフッ素ドーピング石英であってもよい。また、投影光学系を構成する光学部材と同様の材質であってもよい。

本発明に係るウェーハWとしては、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウェーハのみならず、半導体デバイス用の半導体ウェーハや、液晶表示デバイス用のガラスプレートであってもよい。

露光装置1としては、マスクMとウェーハWとを静止した状態でマスクMのパターンを露光し、ウェーハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の露光装置（ステッパー）に限らず、マスクMとウェーハWとを同期移動してマスクMのパターンをウェーハWに露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニング・ステッパー）にも適用できる。

露光装置1の種類としては、上記半導体製造用のみならず、液晶表示デバイス製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはマスクMなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

投影光学系 3 の倍率は、縮小系のみならず、等倍系および拡大系のいずれでもよい。

また、投影光学系3としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub>レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（レチクルも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればいい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にする。

ウェーハステージやマスクホルダーにリニアモータを用いる場合には、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。

また、ウェーハステージ、マスクホルダーは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニット（永久磁石）と電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

ウェーハステージの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

マスクステージの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がして



もよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

以上のように、本願実施例の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程が設けられる。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイスは、FIG. 8に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ301、この設計ステップに基づいたマスクを製作するステップ302、デバイスの基材となる基板（ウェーハ、ガラスプレート）を製造するステップ303、前述した実施例の露光装置によりマスクのパターンを基板（ウェーハ）に露光する基板処理ステップ304、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）305、検査ステップ306等を経て製造される。

7. ガス置換方法であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを特定ガスに置換するに際し、前記薄膜の変位を検出する。

8. 請求項7のガス置換方法であって、

前記薄膜の変位に基づいて、前記空間内から排気されるガスの量を調整する。

9. 請求項8のガス置換方法であって、

前記薄膜の変位に基づいて、前記空間内に供給される前記特定ガスの量を調整する。

10. ガス置換装置において、

薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、

前記密閉室に接続され、ガスを排気する排気装置と、

前記薄膜に対応つけられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、

前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

11. 請求項10のガス置換装置であって、

前記密閉室に接続され、前記密閉室に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量と前記密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整する。

12. ガス置換装置において、

薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、

前記密閉室に接続され、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、

前記密閉室内に設けられ、前記密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、

前記圧力計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

1 3. 請求項 1 2 のガス置換装置であって、

前記密閉室に接続され、前記密閉室に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量と前記密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整する。

1 4. ガス置換装置であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間に接続され、該空間内のガスを排気する排気装置と、

前記薄膜に対応付けて設けられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、

前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

1 5. 請求項 1 4 のガス置換装置であって、

前記空間に接続され、前記空間内に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量又は前記排気量の少なくとも一方を調整する。

1 6. ガス置換装置であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間に接続され、該空間内のガスを特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記薄膜に対応つけられ、前記薄膜の変位を検出する変位計測装置とを備える。

1 7. 請求項 1 6 のガス置換装置であって、

前記ガス置換装置は、前記変位計測装置の計測結果に基づいて、前記空間内から排気されるガスの量を調整する。

1 8. 請求項 1 7 のガス置換装置であって、

前記ガス置換装置は、前記変位計測装置の計測結果に基づいて、前記空間内に供給される前記特定ガスの量を調整する。

00731659: 120800

19. 露光方法であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容し、

前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換し、

該置換に伴い、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、

前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

20. 請求項19の露光方法であって、

前記密閉室内のガスを前記特定ガスに置換する際に、前記密閉室内のガスの排気に伴う前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する。

21. 請求項20の露光方法であって、

前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記密閉室内のガスの排気量を調整する。

22. 請求項21の露光方法であって、

前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記密閉室内に前記特定ガスを供給する。

23. 請求項19の露光方法であって、

前記密閉室内のガスを前記特定ガスに置換する際に、前記密閉室のガスの排気に伴う該密閉室内の圧力変化に基づいて、前記密閉室内のガスの排気量を調整する。

24. 露光方法であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容し、

前記密閉室内で、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、

前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

25. 請求項24の露光方法において、

前記フレームに形成された複数の孔を介して、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換する。

26. 露光装置であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、

前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する。

27. 請求項26の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記排気装置による前記密閉室のガスの排気を制御する制御装置とを有する。

28. 請求項27の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内に前記特定ガスを供給する供給装置を備え、前記制御装置は、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記

29. 露光装置であつて、

前記圧力計測装置に接続され、前記圧力計測装置の計測結果に基づいて、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガス置換装置を制御する制御装置とを有する。

前記制御装置は、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記排気装置による前記密閉室のガスの排気を制御する制御装置とを有する。

前記制御装置は、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記密閉室への前記特定ガスの供給を制御する。

前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する。

前記ガス置換装置は、前記露光光の光路を含む空間に隣接する空間内に配置される。

前記ガス置換装置は、前記フレームに接続され、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを排気する排気装置と、前記フレームに接続され、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内に前記特定ガスを供給する供給装置とを備える。

前記変位計測装置に接続され、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記密閉室への前記特定ガスの供給、又は前記排気装置による前記密閉室からの前記ガスの排気の少なくとも一方を制御する制御装置を有する。



## 要約書

本発明の露光装置は、ペリクルが装着されたマスクを収容する予備室と、予備室のガスを排気する排気装置と、ペリクルの変位を計測する変位計測装置と、予備室内のガスの排気量を調整する制御部とを備えている。予備室内のガスを排気することにより空間のガス置換を行う際、制御部は、変位計測装置の計測結果に基づいてペリクルの変位が所定範囲になるように予備室内のガスの排気量を調整することにより、ペリクルの破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。

00771559-120800